

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-178247

(43)公開日 平成10年(1998)6月30日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I
H 0 5 K 1/09		H 0 5 K 1/09 A
H 0 1 L 23/12		3/12 6 1 0 D
H 0 5 K 3/12	6 1 0	3/46 C
3/46		V
		H 0 1 L 23/12 Q
		審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-338689

(22)出願日 平成8年(1996)12月18日

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72)発明者 笹森 理一

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72)発明者 林 桂

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

(72)発明者 飯野 祐二

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

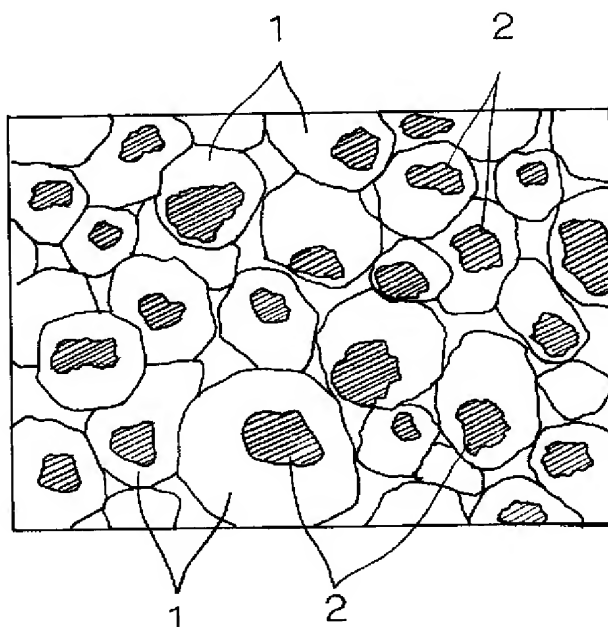
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 配線基板およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】銅などの低抵抗金属を含む導体ペーストによって絶縁層表面に形成された配線層は、酸化膜や樹脂分の存在によって抵抗が高く、配線の微細化、高密度化に対応することができなかった。

【解決手段】有機樹脂を含む絶縁層の表面に、銀被覆銅粒子を主体とする導体ペーストを印刷塗布して導体配線層を形成し、その後、導体配線層に50kg/cm<sup>2</sup>以上の圧力を印加し、銀被覆銅粒子同士を強制的に接触させることにより、導体配線層の破断面における前記銀被覆銅粒子1の接触痕2の最大径をL、前記銅粒子の直径をMとしたとき、L/M比が0.3以上の粒子が、接触痕を有する全粒子の70%以上として、導体配線層の低抵抗化を図る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】有機樹脂を含む絶縁層の表面に、銀被覆銅粒子を主体とする導体配線層を具備する配線基板において、前記銀被覆銅粒子の平均粒径が3～10 $\mu$ mであり、且つ前記導体配線層の破断面における前記銀被覆銅粒子の接触痕の最大径をL、前記銅粒子の最大径をMとしたとき、L/M比が0.3以上の粒子数が、接触痕を有する全粒子数の70%以上であることを特徴とする配線基板。

【請求項2】前記導体配線層中における有機樹脂結合剤の含有量が2重量%以下である請求項1記載の配線基板の製造方法。

【請求項3】有機樹脂を含む絶縁層の表面に、平均粒径が3～10 $\mu$ mの銀被覆銅粒子を主体とする導体ペーストを印刷塗布して導体配線層を形成する工程と、該導体配線層に50kg/cm<sup>2</sup>以上の圧力を印加して前記銀被覆銅粒子同士を圧接させる工程と、を具備することを特徴とする配線基板の製造方法。

【請求項4】前記導体ペーストの全固形成分中、有機樹脂結合剤を2重量%以下の割合で含有する請求項3記載の配線基板の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、有機樹脂を含む絶縁層の表面に低抵抗金属を主体とする導体配線層を形成してなる、半導体素子収納用パッケージなどに適した配線基板およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】従来より、配線基板、例えば、半導体素子を収納するパッケージに使用される多層配線基板として、アルミナなどの絶縁層とW、Moなどの高融点金属からなる配線層とを具備したセラミック配線基板が多用されているが、このようなセラミック配線基板は、硬くて脆い性質を有することから、製造工程または搬送工程において、セラミックスの欠けや割れ等が発生しやすく、また、焼結前のグリーンシートにメタライズペーストを印刷して、印刷後のシートを積層して焼結する場合、焼成により得られる基板に反り等の変形や寸法のばらつき等が発生しやすいという問題があり、回路基板の超高密度化やフリップチップ等のような基板の平坦度の厳しい要求に対して十分に対応できないという問題があった。

【0003】そこで、最近では、有機樹脂を含む絶縁層表面に銅箔を接着した後、これをエッチングして微細な回路を形成した基板や、銅などの金属粉末を含むペーストを絶縁層に印刷して配線層を形成した後、これを積層し、あるいは積層後に、所望位置にマイクロドリルやパンチング等によりビア用の孔明けを行い、そのビア内壁にメッキ法により金属を付着させて配線層を接続して多層化したプリント配線基板が提案されている。また、絶

縁層としては、その強度を高めるために、有機樹脂に対して、粉末状あるいは繊維状の無機質フィラーを分散させた基板も提案されており、これらの複合材料からなる絶縁層上に多数の半導体素子を搭載したマルチチップモジュール(MCM)等への適用も検討されている。

【0004】上記のようなプリント配線基板の多層化、配線の超微細化、精密化の要求に対応して、有機樹脂を含む絶縁層の表面に銅などの低抵抗金属を含む導体ペーストで回路パターンを印刷で高密度に多層化された配線基板を作製する試みが行われている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、低抵抗金属を含む導体ペースト中には、絶縁層への印刷性を高めるとともに、金属粉末を互いに結合させるために有機樹脂を配合されることから、粉末の接触界面には、有機樹脂が介在しやすいために、通常の銅箔や銅メッキにより形成された回路よりも抵抗値が高いという問題があった。

【0006】そのため、ペースト中の低抵抗金属としては銀が多用されている。銀が主導体成分として用いられる理由は、金属中で最も導電率が高いこと、銅等の単金属に比べ化学的安定性が高いこと等による。しかしながら、銀はコストが非常に高く、さらに銀が大気中湿気と直流電界との相互作用により、銀配線相互間を移行する現象、いわゆるマイグレーションが生じるために、回路設計上の制約が多く、使用条件によっては信頼性に問題があった。これに対して、銅は、比抵抗もある程度低く、銀に比較して安価に入手できるものの、表面が酸化しやすいことから、特殊な方法で貯蔵する必要があるなど、取扱いが不便である。

【0007】そこで、これらの問題を解消するために、銅粒子の表面に低抵抗の銀を被覆して、比抵抗の低減と銅粒子の酸化を抑制した導電材料が特開昭56-101739号、特公昭58-49966号、特開平8-138437号等にて提案されている。

【0008】しかしながら、これらの銀被覆銅粒子を用いた場合においても、これらの粒子を結合するために全固形分あたり3重量%以上の有機樹脂が必要とされており、この有機樹脂分が粒子間の接触部に介在して接触抵抗が高くなり、導体配線層の比抵抗を低減するには至っていないのが現状である。また、この樹脂分を加熱分解したり、通電加熱を行う事など様々な改良も行われているが、これらの加熱処理においても十分な効果が得られておらず、場合によっては、加熱によって絶縁層に対して悪影響を及ぼすなどの問題があった。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記の課題に対して検討を重ねた結果、導体配線層を形成する主導体成分として所定粒径の銀被覆銅粉末を用い、この粉末を用いて形成された導体配線層に対して高圧力で加圧

処理を行ない粒子同士を圧接させると、銅粒子表面のやわらかい銀が変形し、粒子間の導通パスが従来の点接触から面接触に変化し粒子間の接触抵抗を大幅に低減できる結果、導体配線層の比抵抗を格段に下げることができることを見だし、これにより多層プリント基板の導体配線層の超微細化、精密化の要求に応えうることでできる高信頼性の配線基板を提供できることを知見した。

【0010】即ち、本発明の配線基板は、有機樹脂を含む絶縁層の表面に、銀被覆銅粒子を主体とする導体配線層を具備し、前記銀被覆銅粒子の平均粒径が3~10 $\mu$ mであり、且つ前記導体配線層の破断面における前記銅粒子の接触痕の最大径をL、前記銅粒子の最大径をMとしたとき、L/M比が0.3以上の粒子数が、接触痕を有する全粒子数の70%以上であることを特徴とするものである。

【0011】さらに、本発明の配線基板の製造方法によれば、有機樹脂を含む絶縁層の表面に、平均粒径が3~10 $\mu$ mの銀被覆銅粒子を主体とする導体ペーストを印刷塗布して導体配線層を形成する工程と、該導体配線層に50kg/cm<sup>2</sup>以上の圧力を印加し、前記銀被覆銅粒子同士を圧接させる工程と、を具備することを特徴とするものである。

【0012】なお、上記の配線基板および配線基板の製造方法においては、導体配線層および導体ペースト中の全固形分中の有機樹脂結合剤の含有量が2重量%以下であることを特徴とするものである。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の配線基板は、基本的には絶縁層と導体配線層によって構成される。また、前記絶縁層には、多層配線基板においては必要に応じてスルーホール導体が形成され、各絶縁層に形成された導体配線層を電気的に接続する役目をなす。

【0014】絶縁層は、少なくとも有機樹脂を含む絶縁材料からなるもので、有機樹脂としては例えば、熱硬化性ポリフェニレンエーテル樹脂、ビスマレイミドトリアジン樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、フッ素樹脂、フェノール樹脂等の有機樹脂等を含む。

【0015】また、上記の絶縁層中には、絶縁層あるいは配線基板全体の強度を高めるために、有機樹脂に対して無機質フィラーを複合化させるのが望ましい。有機樹脂と複合化される無機質フィラーとしては、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、AlN、SiC、BaTiO<sub>3</sub>、SrTiO<sub>3</sub>、ゼオライト、CaTiO<sub>3</sub>、ほう酸アルミニウム等の公知の材料が使用でき、さらには、ガラスクロスに樹脂を含浸させたシート（プリプレグ）を用いても良い。フィラーの形状は平均粒径が20 $\mu$ m以下、特に10 $\mu$ m以下、最適には7 $\mu$ m以下の略球形状の粉末の他、平均アスペクト比が2以上、特に5以上の繊維状のものや平板状のもの、さらには、織物物も使用できる。なお、有機樹脂と無機質フィラー

との複合材料においては、有機樹脂：無機質フィラーとは、体積比率で15：85~50：50の比率で複合化されるのが適当である。

【0016】導体配線層は、配線基板に搭載される半導体素子などの電子部品を相互に、あるいは外部に電気的に接続するための導回路を形成するものであるが、本発明によれば、この導体配線層は、銀被覆銅粒子を導体材料として含有するものである。この銀被覆銅粒子は、平均粒径が3~10 $\mu$ m、特に3~7 $\mu$ m、最適には3~5 $\mu$ mであることが必要である。これは平均粒径が3 $\mu$ mよりも小さいか、あるいは10 $\mu$ mよりも大きくなるといづれも導体ペーストの印刷性が悪くなるとともに、銅粒子の充填率が低下することにより抵抗が高くなってしまうためである。また、銀の被覆厚みが0.1~0.5 $\mu$ m、特に0.3~0.5 $\mu$ mであることが望ましい。これは、銀被覆厚みが0.1 $\mu$ mよりも薄い銅粒子を完全に被覆することが難しく露出した表面が酸化されてしまう恐れがあり、さらには、接触面積が小さくなり、接触抵抗が大きくなってしまう場合があるためであり、0.5 $\mu$ mよりも厚いと銀のマイグレーションが起りやすくなるためである。

【0017】なお、銀被覆銅粒子としては、銀または銅の一部を他の金属で置換して合金化したものであってもよい。

【0018】また、導体配線層中には、前記銀被覆銅粒子間の結合するために有機樹脂結合剤が配合され、このような結合剤としては、印刷性の点でセルロース系、ポリエチレングリコール等のグリコール系樹脂が好適に使用されるが、その他、上述した熱硬化性樹脂等を用いることもできる。この有機樹脂結合剤は、その量が多くなるほど、粒子間に介在して接触抵抗を増大させる傾向にあるため、2重量%以下、特に0.05~1重量%であることが印刷性および導体配線層の低抵抗化を図る上で望ましい。

【0019】本発明によれば、上記の構成からなる導体配線層の破断面における前記銅粒子の接触痕の最大径をL、前記銅粒子の最大径をMとしたとき、L/M比が0.3以上の粒子数が、接触痕を有する全粒子数の70%以上、特に75%以上であることが重要である。この接触痕は、例えば、図1の導体配線層の破断面の電子顕微鏡写真の模式図から明らかなように、接触していた粒子同士1が破断による強制的な分離によって、銅粒子表面の銀被覆層が剥がされた部分2であり、言い換えれば、この接触痕2の大きさが粒子同士の接触面積に相当するものと考えられる。

【0020】本発明によれば、図2に示す通り、接触痕の最大径Lとは、この銀被覆層が引き剥がされた部分の最大径を意味するものである。また、銅粒子の最大径Mとは、銀被覆層が引き剥がされた部分を有する銅粒子の電子顕微鏡写真から観察される粒子の最大径である。

【0021】つまり、本発明によれば、上記L/M比0.3以上の粒子の比率が、接触痕を有する全粒子の70%よりも低い場合には、粒子間の接触が十分でないことにより導体配線層の低抵抗化を図ることができず、本発明の目的が達成されない。

【0022】なお、本発明の配線基板における導体配線層の露出する表面に、ニッケルや金等の耐食性に優れ、且つ半導体素子等の電子部品との接合性および外部電気回路基板の配線層との接続性に優れる金属をメッキ法により1~20 $\mu$ mの厚みで被着形成させておくことにより、導体配線層が酸化腐食することを有効に防止することができる。とともに、導体配線層の電気部品あるいは外部電気回路基板との電氣的接続を容易、かつ強固に行うことができる。

【0023】本発明の配線基板の製造方法によれば、まず、前述したような熱硬化性樹脂、あるいは熱硬化性樹脂と無機質フィラーとを用いて、これに適当な硬化剤、溶剤を添加混合してスラリー状となし、これをドクターブレード法、カレンダーロール法、圧延法等によりシート状に成形して絶縁層を作製する。あるいは、これを加熱硬化させて半硬化あるいは完全硬化させて作製される。また、絶縁層としては、上記以外にプリプレグ等を用いることもできる。

【0024】次に、この絶縁層の表面に、銀被覆銅粉末を主体とする導体ペーストを、スクリーン印刷法、グラビア印刷法などの周知の印刷方法によって導体配線層のパターンに印刷して厚さ10~35 $\mu$ mの導体配線層を形成する。また、必要に応じて、絶縁層にビアホールやスルーホールなどを形成し、ホール内に上記と同様な導体ペーストを充填してビアホール導体、スルーホール導体を形成する。

【0025】この時、用いる導体ペーストとしては、固形成分として、平均粒径が3~10 $\mu$ m、特に3~7 $\mu$ m、最適には3~5 $\mu$ mの銀被覆銅粉末と、有機樹脂結合剤を2重量%以下、特に0.05~1重量%の割合で含み、さらには、適当な硬化剤や溶剤等を含む。

【0026】また、多層化する場合には、導体ペーストによって導体配線層が形成された絶縁層を複数層積層し30kg/cm<sup>2</sup>以下の圧力で圧着する。この圧着は、導体配線層が軟化した状態で行われ、有機樹脂結合剤が熱硬化性樹脂の場合には、半硬化の状態で積層圧着することにより絶縁層を密着することができ、さらには絶縁層間に接着剤を介在させることもできる。

【0027】本発明によれば、このようにして作製された配線基板における導体配線層に対して50kg/cm<sup>2</sup>以上、特に60kg/cm<sup>2</sup>以上の圧力を印加することにより銅粒子同士を強制的に圧接させる。この圧力の印加によって、導体配線層中の銀被覆銅粒子表面の銀被

覆層が隣接する粒子間の接触部で変形し、粒子間を面接触にて接合することができる。この時の圧力が50kg/cm<sup>2</sup>よりも小さいと、粒子間の面接触が不十分となり、前述したL/M比0.3以上の粒子の比率が70%を下回ることになり、導体配線層の低抵抗化を図ることができない。

【0028】導体配線層に対して50kg/cm<sup>2</sup>以上の圧力を印加する方法としては、導体配線層が形成された配線基板をプレス機等によって加圧したり、さらには、加熱しながら加圧するホットプレス機によって行ってもよい。

【0029】また、所望により、上記のようにして作製された配線基板における導体配線層に対しては、通電加熱したり、パルス電流を印加して放電焼結させて特性の改善を図ることも可能である。

【0030】

【実施例】

実施例1

平均粒径が約5 $\mu$ mの略球形の酸化珪素70体積%、イミド樹脂30体積%を用いてスラリーを調製し、このスラリーを用いてドクターブレード法によってキャリアシート上に塗布し、これを50℃の温度で60分間乾燥して厚み120 $\mu$ mの絶縁層を形成した。

【0031】次に、前記絶縁層の表面に、固形成分として、表1の平均粒径及び銀の被覆厚みを有する銀被覆銅粉末99.8重量部、セルロース0.2重量部、溶剤として $\alpha$ -テルピネオール10重量部とを混合してなる導体ペーストを調製し、スクリーン印刷法により回路パターンに印刷した。また、一部に径が0.1mmのスルーホールを形成してそのホール内にこのペーストを充填した。

【0032】次に、上記のようにして導体配線層を形成した8層の絶縁層を作製し、これを位置合わせして積層圧着した。そして、この積層物をプレス機内にセットし、表1に示す圧力を印加した。さらに120℃に加熱してペースト中の有機溶剤を揮散除去した。

【0033】作製した配線基板に対して、導体配線層を含む面で破断した後、その導体配線層の破断面を電子顕微鏡により観察し、破断面50 $\mu$ m $\times$ 50 $\mu$ mの領域内における接触痕を有する銅粒子について、各銅粒子の接触痕の最大径Lと、その銅粒子の直径Mとを測定してL/M比を求め、このL/M比が0.3以上の個数を求め、接触痕を有する銅粒子全個数に対する比率を求め、その結果を表1に示した。また、各配線基板の導体配線層の比抵抗を測定しその結果を表1に示した。

【0034】

【表1】

試料 No.	銀被覆銅粒子 平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	銀被覆層 厚み ( $\mu\text{m}$ )	加圧力 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	L/M 比>0.3 の粒子の 比率 (%)	比抵抗 ( $\Omega\text{-cm}$ )
*1	5.3	0.1	30	55	$4.3 \times 10^{-4}$
*2	5.3	0.2	35	64	$2.5 \times 10^{-4}$
3	5.3	0.1	50	72	$1.0 \times 10^{-4}$
4	5.3	0.1	60	76	$5.0 \times 10^{-5}$
5	5.3	0.1	70	83	$3.2 \times 10^{-5}$
6	5.3	0.3	70	86	$9.1 \times 10^{-6}$
7	5.3	0.3	80	89	$7.6 \times 10^{-6}$
8	5.3	0.5	80	89	$6.1 \times 10^{-6}$
*9	1.2	0.2	60	50	$7.0 \times 10^{-4}$
10	3.3	0.2	60	75	$5.0 \times 10^{-5}$
11	4.5	0.3	60	79	$2.7 \times 10^{-5}$
12	9.5	0.3	60	76	$2.5 \times 10^{-5}$
*13	14.5	0.2	60	55	$6.0 \times 10^{-4}$
*14	18.5	0.3	60	53	$5.1 \times 10^{-4}$

\*印は本発明の範囲外の試料を示す。

【0035】表1の結果によれば、銀被覆銅粒子を主体とする導体配線層に50 $\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の圧力を印加することにより、L/M比0.3以上の粒子の比率が70%以上となり、導体配線層の比抵抗を $1 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$ 以下まで低減することができ、さらに60 $\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上まで高めると、L/M比0.3以上の粒子の比率が75%以上となり、比抵抗も $5 \times 10^{-5} \Omega\text{-cm}$ 以下まで低減された。これに対して、加圧力が50 $\text{kg}/\text{cm}^2$ 未満の試料No. 1、2では、L/M比0.3以上の粒子の比率が70%より少なく、比抵抗も大きいものであった。

【0036】また、銀被覆銅粒子の平均粒径が3 $\mu\text{m}$ よりも小さい試料No. 9、逆に、10 $\mu\text{m}$ を超える試料No. 13、14は、いずれもL/M比0.3以上の粒子の\*

\*比率が低く、比抵抗も大きいものであった。

#### 【0037】実施例2

平均粒径が5.3 $\mu\text{m}$ 、銀被覆層厚みが0.1 $\mu\text{m}$ の銀被覆銅粉末に対して、セルロースの添加量が表2となる固形成分100重量部に対して、2-オクタノールを10重量部加えて混合して導体ペーストを調製した。この導体ペーストを実施例1で作製した絶縁層に実施例1と同様に塗布し、積層圧着した後、さらに加圧力70 $\text{kg}/\text{cm}^2$ の圧力を印加した。そして、実施例1と同様に、得られた配線基板に対して、実施例1と同様にL/M比0.3以上の粒子の比率と比抵抗を測定した。結果は、表2に示した。

#### 【0038】

#### 【表2】

試料 No.	固形成分組成 (重量%)		加圧力 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )	L/M 比>0.3 の粒子の 比率 (%)	比抵抗 ( $\Omega\text{-cm}$ )
	銀被覆 銅粒子	セルロース			
15	99.97	0.03	70	77	$4.5 \times 10^{-5}$
16	99.95	0.05	70	80	$4.0 \times 10^{-5}$
17	99.6	0.4	70	82	$3.7 \times 10^{-5}$
18	99.0	1.0	70	81	$4.1 \times 10^{-5}$
19	98.0	2.0	70	76	$5.0 \times 10^{-5}$
20	97.0	3.0	70	74	$9.5 \times 10^{-5}$

【0039】表2の結果から明かなように、有機樹脂結合剤の量が増加するほど比抵抗が増大する傾向にあり、その量が2重量%以下において、比抵抗 $5 \times 10^{-5} \Omega\text{-cm}$ ※50

※ $\Omega\text{-cm}$ 以下が達成された。ただし、0.05重量%よりも少なくなると、抵抗は低いものの、印刷性が低下し、微細配線が形成しにくくなった。

## 【0040】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明の配線基板によれば、導体配線層を導体成分として所定の粒径を有する銀被覆銅粒子を用いて構成し、これに高圧力を印加して粒子同士を強制的に接着させることにより、導体配線層の比抵抗を大幅に低減することができる。これにより、配線層の微細化と高密度化に十分に対応することの

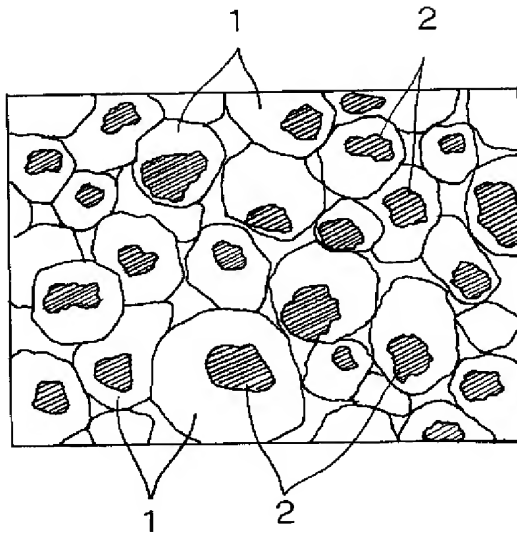
できる配線基板を作製することができる。

## 【図面の簡単な説明】

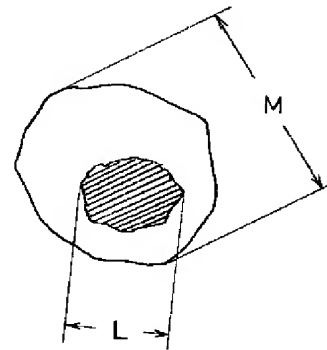
【図1】本発明の配線基板における導体配線層の断面の電子顕微鏡写真の模式図である。

【図2】導体配線層の断面の銀被覆銅粒子における接触痕の最大径L、および直径Mを説明するための図である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 立野 周一  
鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株  
式会社総合研究所内



**PAT-NO:** JP410178247A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 10178247 A  
**TITLE:** WIRING BOARD AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME  
**PUBN-DATE:** June 30, 1998

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SASAMORI, RIICHI	
HAYASHI, KATSURA	
IINO, YUJI	
TATENO, SHUICHI	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
KYOCERA CORP	N/A

**APPL-NO:** JP08338689  
**APPL-DATE:** December 18, 1996

**INT-CL (IPC):** H05K001/09 , H01L023/12 , H05K003/12 , H05K003/46

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To substantially decrease a specific resistance by constructing a conductive component of a conductive wiring layer form silver-coated copper particle of a specified diameter and applying high pressure to the particles to forcedly bond the particles together.

**SOLUTION:** A conductive paste having silver-coated copper particles as the main ingredient applied by printing to the surface of an insulating layer including an organic resin to form a conductive wiring layer. Thereafter a pressure of over 50kg/cm<sup>2</sup> is applied to the conductive wiring layer to forcedly contact the silver-coated copper particles together. Thereby if the maximum diameter of contact traces 2 of the silver-coated copper particles 1 at a broken-out section of the conductive wiring layer is L and the diameter of the copper particles 1 is M, particles with L/M ratio of over 0.3 are over 70% of all particles having contact traces to decrease a specific resistance of the conductive wiring layer.

**COPYRIGHT:** (C)1998,JPO